

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-202381

(43)Date of publication of application : 04.08.1998

(51)Int.Cl.

**B23K 26/00**

**B23K 26/00**

B23K 26/02

(21)Application number : 09-008730

(71)Applicant : **SUMITOMO ELECTRIC IND LTD**

(22)Date of filing : 21.01.1997

(72)Inventor : NUMAMOTO ATSUSHI

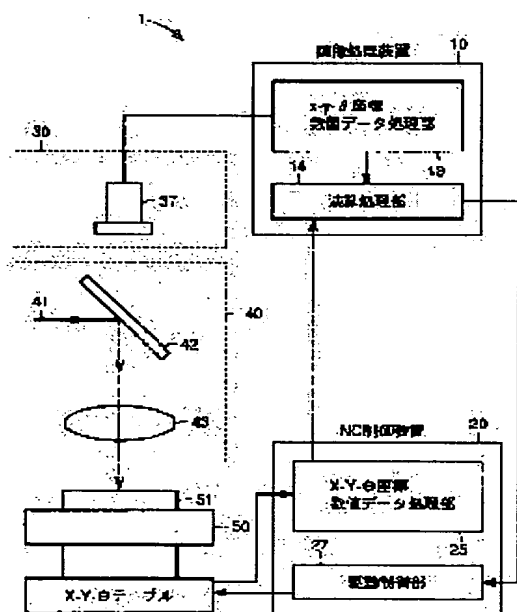
**HOUKAKU TAKESHI**

**(54) LASER BEAM CUTTING DEVICE**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To hold a cutting cross section and the side surface of a metallic film in a constant and to improve cutting precision by measuring the position of a diamond heat sink material placed on a table and the position of its exposed part with an x-y-, coordinate and an X-Y-, coordinate respectively and driving and controlling the table.

**SOLUTION:** An object 51 to be worked is photographed with a high magnification camera 37 and the position data are delivered to an x-y-, coordinate numerical value data processing part 13. The position of the object 51 to be worked is recognized as the X-Y-, coordinate with an X-Y-, coordinate numerical value data processing part 25. The coordinates of the object 51 to be worked are recognized from these two coordinates with an arithmetic processing part 14, and a signal is sent to a driving controller 27 via a CPU 21 so that the object 51 to be worked is positioned in the prescribed position. The table 50 is driven based on the signal sent from the arithmetic processing part 14 with the driving controller 27 to position the object 51 to be worked in the prescribed position. The object 51 to be worked is cut by moving the table 50 without changing the position of a laser beam 41.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-202381

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月4日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 2 3 K 26/00

識別記号

3 2 0

F I

B 2 3 K 26/00

3 2 0 E

26/02

26/02

M

A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願平9-8730

(22) 出願日

平成9年(1997) 1月21日

(71) 出願人

000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者

沼本 敦

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者

法覚 健

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人

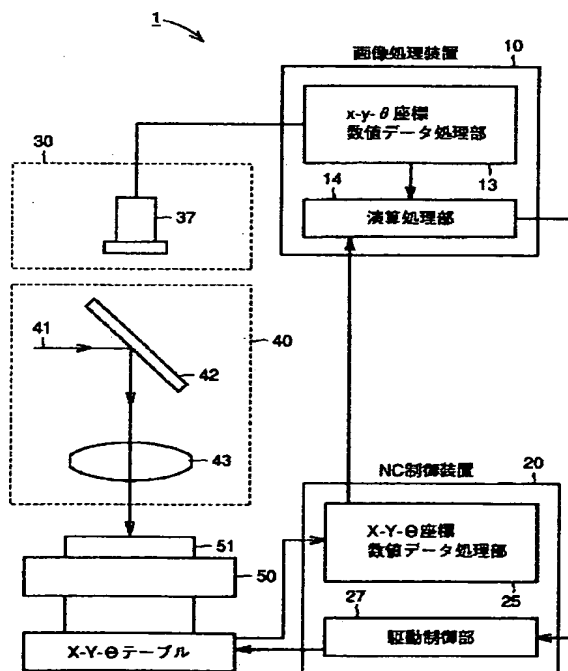
弁理士 深見 久郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 レーザ切断装置

(57) 【要約】

【課題】 精度よくダイヤモンドヒートシンク材料を切断できるレーザ切断装置を提供する。

【解決手段】 ダイヤモンド基板の上に複数の金属膜パターンが0.1mm以下の幅の露出部を挟んで格子状に配置されたダイヤモンドヒートシンク材料を、露出部にレーザを照射することによって切断するレーザ切断装置であって、ダイヤモンドヒートシンク材料の位置をカメラと画像処理により $x-y-\theta$ 座標で計測する $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13と、ダイヤモンドヒートシンク材料の露出部の位置をNC制御により $X-Y-\Theta$ 座標で計測する $X-Y-\Theta$ 座標数値データ処理部25と、計測された $x-y-\theta$ 座標と $X-Y-\Theta$ 座標とを演算することにより、位置制御データを算出する演算処理部14と、位置制御データを受取ってテーブルを駆動させるための駆動制御部27とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ダイヤモンド基板の上に複数の金属膜パターンが0.1mm以下の幅の露出部を挟んで格子状に配置されたダイヤモンドヒートシンク材料を、前記露出部にレーザ光を照射することによって切断するレーザ切断装置であって、

テーブルに載置されたダイヤモンドヒートシンク材料の位置をカメラと画像処理により $x-y-\theta$ 座標で計測する第1計測手段と、

前記テーブルに載置された前記ダイヤモンドヒートシンク材料の前記露出部の位置をNC制御により $X-Y-\Theta$ 座標で計測する第2計測手段と、

計測された前記 $x-y-\theta$ 座標と前記 $X-Y-\Theta$ 座標とを演算することにより、位置制御データを算出する演算処理手段と、

前記位置制御データを受取って前記テーブルを駆動させるための駆動制御手段とを備えたことを特徴とする、レーザ切断装置。

【請求項2】 前記カメラの光軸と前記レーザ光の光軸は同軸であることを特徴とする、請求項1に記載のレーザ切断装置。

【請求項3】 前記演算処理手段は、前記 $x-y-\theta$ 座標を前記 $X-Y-\Theta$ 座標に変換することを特徴とする、請求項1に記載のレーザ切断装置。

【請求項4】 前記第1計測手段は、前記露出部上の切断部分の両側に位置する複数の前記金属パターンの $X$ 軸方向の端面の位置を複数の端面座標として前記 $x-y-\theta$ 座標で認識してそのデータを演算処理手段へ送り、前記演算処理手段は、複数の前記端面座標の midpoint を計算してその複数の midpoint を前記 $X-Y-\Theta$ 座標に変換し、前記 $X-Y-\Theta$ 座標で表わされた複数の midpoint をもとに最小自乗法より切断線を計算するとともにその切断線と前記 $X$ 軸方向とのなす角度 $\beta$ を計算してそのデータを前記駆動制御手段へ送り、前記駆動制御手段が角度 $-\beta$ だけ前記基板を回転させた後に前記基板は切断される、請求項1に記載のレーザ切断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、多結晶ダイヤモンドの表面に金属化処理を施したダイヤモンドヒートシンクを製造するためのレーザ切断装置に関し、特に、側面が平滑で上下2面の金属膜間の電気抵抗を十分確保することができるダイヤモンドヒートシンクを製造するためのレーザ切断装置に関するものである。

## 【0002】

【背景技術】 ヒートシンク（放熱器）は、半導体レーザダイオード、LED（発光ダイオード）、半導体高周波素子などのデバイスの動作時に発生する熱を効率よく放散させるために用いられる。このヒートシンクの材料は、使用するデバイスの発熱量によって選択される。

【0003】 ダイヤモンドは、熱伝導率が非常に高いという特性がある。そのため、発熱量の多いデバイス、たとえば高出力半導体レーザの放熱部材としてダイヤモンドを使ったダイヤモンドヒートシンクが用いられている。本出願人は、このダイヤモンドヒートシンクの製造方法を、先行する特許出願（特願平8-955号）で提案している。

【0004】 図23は、上記の出願に記載されたダイヤモンドヒートシンクの製造方法を示す工程図である。図23を参照して、従来のダイヤモンドヒートシンクの第1の製造方法について説明する。まず、多結晶体のダイヤモンドは気相法などにより製造され、平板状に加工される（ステップ2020）。次に、平板状に加工されたダイヤモンドに金属化処理が施される。この金属化処理によりダイヤモンドの表面全体に金属膜が形成される（ステップ2021）。次に、金属膜の少なくとも切断位置を含む格子状の部分がエッチングにより除去される。エッチングの前にまずマスキングされることは言うまでもない。これにより、部分的に金属膜が形成される（ステップ2022）。最後に、部分的に金属化処理が施されたダイヤモンドが格子状の部分でレーザにより切断される。この切断によってダイヤモンドヒートシンクが完成する（ステップ2023）。

【0005】 次に、上述の出願に記載されたダイヤモンドヒートシンクの第2の製造方法について説明する。多結晶体のダイヤモンドは気相法などにより製造され、平板状に加工される（ステップ2020）。次に、このダイヤモンドにメタルマスク法やリフトオフ法などにより少なくとも切断位置を除いた表面に金属化処理が施される。この金属化処理によりダイヤモンドの表面に柵目状の金属膜が形成される（ステップ2024）。次に、金属膜が形成されなかった部分においてレーザによってダイヤモンドが切断加工される。この切断によって、ダイヤモンドヒートシンクが完成する（ステップ2023）。

【0006】 次に、上述の第1および第2の製造方法について、さらに具体的に説明する。図24～図27は、従来のダイヤモンドヒートシンクの製造工程を示す斜視図である。図24を参照して、ダイヤモンドの多結晶体からなる基板2001が気相法などにより製造される。

【0007】 図25を参照して、第1の製造方法においては、基板2001の表面全体に金属化処理が施され、基板2001を被覆する金属膜2002が形成される。第2の製造方法においてはこの工程は省略される。

【0008】 図26を参照して、第1の製造方法において、基板2001の全面を被覆する金属膜の上面において、少なくとも切断位置を含む部分の金属膜を除去する。また、第2の製造方法においては、基板2001の上面において、少なくとも切断位置を除いた表面にメタルマスク法やリフトオフ法などにより金属膜が形成され

る。また、基板 2001 の下面全体に金属膜 2004 が形成される。このようにして基板 2001 の上面に、金属膜 2003 とダイヤモンドの表面が露出したダイヤモンド露出部 2012 とが形成される。

【0009】図 27 を参照して、基板 2001 が、ダイヤモンド露出部 2012 に沿うようにレーザによって切断加工される。このとき、金属膜 2003 の側面がレーザによる切断面に位置しないようにする。この切断によって、側面の 4 面がすべてレーザによる切断面であるダイヤモンドヒートシンク 2005 が完成する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ここで、基板 2001 をレーザにより切断する手順について説明する。まず、ダイヤモンド露出部 2012 を低倍率カメラにより観察する。次に、低倍率カメラによって観察されたダイヤモンド露出部 2012 の状況に基づいて金属膜 2003 の側面から離れた位置に切断線を目視で設定する。最後に、この切断線に沿って基板 2001 をレーザにより切断する。

【0011】しかしながら、1 枚の基板 2001 から多くのダイヤモンドヒートシンクを生産するためには、ダイヤモンド露出部 2012 の幅を小さくする必要がある。ここで、ダイヤモンド露出部 2012 の幅が 0.1 mm 以下となると、上述のような方法では、低倍率カメラを介して目視で得られた情報をもとに切断線を設定しており、かつ基板の位置決めを手動で行なっていたため、基板の位置に誤差が生ずるため、高い切断精度を維持できなかった。

【0012】また、誤差校正を目視で行なっていたため、レーザの切断位置と画像処理画面での仮想処理位置との間にオフセット誤差が生じていた。

【0013】さらに、画像処理画面での  $x-y$  軸と、基板を載置するテーブル上の  $X-Y$  軸が一致していないため、画面上で露出部の中心を通るように切断予定線を設定しても、実際には、この切断予定線どおりに切断できず、実際の切断線が傾くことがあった。

【0014】また、基板を  $X$  軸方向に切断した際にテーブルを  $90^\circ$  回転させて基板を  $Y$  軸方向に切断していたが、この際テーブルの回転中心がわかっていないため、格子状に基板を切断する際に、まず  $X$  軸方向に切断し、次に  $Y$  軸方向に切断する際に改めて位置決めをする必要があった。

【0015】そこで、この発明は、上述のような問題を解決するためになされたものであり、ダイヤモンド露出部の幅が 0.1 mm 以下のダイヤモンドを精度よく切断してダイヤモンドヒートシンクを製造することができるレーザ切断装置を提供することを目的とするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】この発明に従ったレーザ

切断装置は、ダイヤモンド基板の上に複数個の金属膜パターンが 0.1 mm 以下の幅の露出部を挟んで格子状に配置されたダイヤモンドヒートシンク材料を、露出部にレーザ光を照射することによって切断するものであり、第 1 計測手段と、第 2 計測手段と、演算処理手段と、駆動制御手段とを備える。

【0017】第 1 計測手段は、テーブルに載置されたダイヤモンドヒートシンク材料の位置をカメラと画像処理により  $x-y-\theta$  座標で計測する。第 2 計測手段は、テーブルに載置されたダイヤモンドヒートシンク材料の露出部の位置を NC 制御により  $X-Y-\Theta$  座標で計測する。演算処理手段は、計測された  $x-y-\theta$  座標と  $X-Y-\Theta$  座標とを演算することにより、位置制御データを算出する。駆動制御手段は、位置制御データを受取ってテーブルを駆動させる。

【0018】このように構成されたレーザ切断装置において、ダイヤモンドヒートシンク材料の位置と、その上の露出部の位置は第 1 と第 2 の計測手段により機械的に計測される。そして、第 1 と第 2 の計測手段により計測された露出部の位置データをもとに演算処理手段が位置制御データを算出する。位置制御データは、第 1 の計測手段により計測された露出部の位置データと、第 2 の計測手段により計測された露出部の位置データとを関連づけたものとなる。また、この位置制御データには、人間が観測することにより生じる誤差が含まれない。したがって、この位置制御データをもとに露出部の位置をあらわす  $X-Y-\Theta$  座標系と同一座標系において切断線を設定する。この切断線に沿うように駆動制御手段を用いてテーブルを駆動させる。このようにして切断すれば、切断面と金属膜の側面が一定の距離離れた状態を保ってダイヤモンドヒートシンク材料は切断される。その結果、幅が 0.1 mm 以下の露出部を有するダイヤモンドヒートシンク材料を精度よく切断することができるようになる。

【0019】また、カメラの光軸とレーザ光の光軸は同軸であることが好ましい。この場合、レーザが照射される方向からダイヤモンドヒートシンク材料を見ることができ、カメラによる計測誤差を防ぐことができる。

【0020】また、演算処理手段は、 $x-y-\theta$  座標を  $X-Y-\Theta$  座標に変換することが好ましい。この場合、第 1 計測手段により得られた  $x-y-\theta$  座標でのデータがすべて  $X-Y-\Theta$  座標に変換される。したがって、露出部の位置データを  $X-Y-\Theta$  座標で表わすことができる。すなわち、第 1 の計測手段により計測された露出部の位置データと、第 2 の計測手段により計測された露出部の位置データとを  $X-Y-\Theta$  座標上で関連づけることができる。その結果、 $X-Y-\Theta$  座標はテーブル上の座標であるため、この  $X-Y-\Theta$  座標上で切断線を設定すれば、テーブルを駆動させることにより、この切断線に

沿って精度よくダイヤモンドヒートシンク材料を切断することができる。

【0021】また、第1制御手段と演算処理手段と駆動制御手段との間には以下のような関係があることが好ましい。

【0022】■ 第1制御手段は、露出部上の切断部分の両側に位置する複数の金属パターンのX軸方向の端面の位置を複数の端面座標として $x-y-\theta$ 座標で認識してそのデータを演算処理手段へ送る。

【0023】■ 演算処理手段は、 $x-y-\theta$ 座標であらわされた複数の端面座標の中点を計算してその複数の中点を $X-Y-\Theta$ 座標に変換する。演算処理手段は、 $X-Y-\Theta$ 座標で表わされた複数の中点をもとに最小自乗法より切断線を計算するとともにその切断線とX軸方向とのなす角度 $\beta$ を計算してそのデータを駆動制御手段へ送る。

【0024】■ 駆動制御手段が角度 $\beta$ だけ基板を回転させて切断線とX軸を平行にした後に基板は切断される。

【0025】この場合、複数の金属パターンの端面座標の中点をもとに最小自乗法により切断線が設定される。したがって、露出部の幅が小さくなった場合にも、精度よくダイヤモンドヒートシンク材料を切断することができる。また、切断線とX軸とが平行になるようにした後にX軸方向に基板を動かしてダイヤモンドヒートシンク材料を切断する。ここで、一般に、レーザを用いてダイヤモンドヒートシンク材料を切断する場合には、テーブルの1つの軸のみを動かすことにより材料を切断する方がテーブルの2つの軸を動かして材料を切断するよりも精度よく切断できる。したがって、この装置では、X軸のみを動かして材料を切断するため材料を精度よく切断することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】この発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0027】図1は、この発明のレーザ切断装置を示す模式図である。図1を参照して、レーザ切断装置1は、画像処理装置10と、NC制御装置20と、カメラ系30と、レーザ系40と、テーブル50と、ACサーボモータ62～65を備えている。

【0028】NC制御装置20は、CPU21と、操作パネル23と、ハロゲン光源24と、駆動制御部27とを備える。画像処理装置10とNC制御装置20は互いにデータを交換することができる。CPU21と操作パネル23が接続されている。操作パネル23によりCPU21内のプログラムを書換えることができる。画像処理装置10からNC制御装置20へ渡されたデータはすべてCPU21に集められる。このデータをもとにCPU21がハロゲン光源24や駆動制御部27への命令を発する。

【0029】カメラ系30はモニタ31と、スイッチ32と、高倍率カメラ37と、ミラー38と、低倍率カメラ39とを備える。高倍率カメラ37で得られた情報は画像処理装置10へ渡された後にモニタ31へ映し出される。図1で示す状態では、高倍率カメラ37が作動することになる。また、ミラー38を図中の点線で示す位置まで移動させ、さらにスイッチ32を図中の点線で示す方へ切換えると今度は低倍率カメラ39から得られた画像がモニタ31に映し出される。すなわち、スイッチ32とミラー38を動かすことにより、高倍率カメラ37または低倍率カメラ39から得られた画像をモニタ31に表示することができる。

【0030】レーザ系40は、レーザ光41と、ミラー42と、集光レンズ43と、照明44とを備える。レーザ光41はYAGレーザである。またレーザ光41の波長は $1.06\mu\text{m}$ である。ミラー42はレーザ光41を反射する。また、ミラー42は、可視光線を透過する。そのため、高倍率カメラ37および低倍率カメラ39の光軸とレーザ光41との光軸を同軸にすることができる。レーザ光41はミラー42で反射して集光レンズ43で集束する。また、集光レンズ43の下部にはリング状の照明44が設けられる。照明44は、ハロゲン光源24と接続される。

【0031】テーブル50上に被加工物51が載置される。テーブル50は、縦、横、高さ方向に移動が可能であり、かつ回転が可能である。

【0032】駆動制御部27は、CPU21からの命令を受取りACサーボモータ62～65を動かす。ACサーボモータ62～65は、それぞれ、テーブル50をX軸方向（横）、Y軸方向（縦）、Z軸方向（高さ）、 $\Theta$ 方向（回転）に動かす。

【0033】次に、このような装置で被加工物51を切断する際のデータの流れを説明する。図2は、被加工物を切断する際のデータの流れを説明するために示すレーザ切断装置のブロック図である。図2を参照して、レーザ切断装置1は、画像処理装置10と、NC制御装置20と、カメラ系30と、レーザ系40と、テーブル50とを備える。

【0034】画像処理装置10は、第1計測手段としての $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13と、演算処理手段としての演算処理部14とを備える。

【0035】NC制御装置20は、第2計測手段としての $X-Y-\Theta$ 座標数値データ処理部25と、駆動制御部27とを備える。 $X-Y-\Theta$ 座標数値データ処理部25および駆動制御部27は、図1中のCPU21内に配置される。

【0036】カメラ系30、高倍率カメラ37、レーザ系40、レーザ光41、ミラー42、集光レンズ43、テーブル50、被加工物51については図1で示したものと同一であるので説明は省略する。

【0037】このように構成されたレーザ切断装置で被加工物51を切断する場合には、まず、テーブル50上に被加工物51を載置する。次に、図1中の低倍率カメラが被加工物51をモニタ31にうつす。モニタ31の中心に被加工物51が位置するよう被加工物51を位置決めする。高倍率カメラ37が被加工物51を映し、その位置データを $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13に渡す。 $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13は被加工物51の位置を $x-y-\theta$ 座標として認識する。また、テーブル50上に載置された被加工物51の位置を $X-Y-\Theta$ 座標数値データ処理部25が $X-Y-\Theta$ 座標として認識する。演算処理部14は、 $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13から被加工物51の位置を $x-y-\theta$ 座標として受取る。また、演算処理部14は、 $X-Y-\Theta$ 座標数値データ処理部25から被加工物51の位置を $X-Y-\Theta$ 座標として受取る。演算処理部14は、これらの2つの座標から被加工物51の座標を認識し、被加工物51が所定の位置へ位置決めされるように図1中のCPU21を介して駆動制御部27へ信号を送る。駆動制御部27は、演算処理部14から与えられた信号をもとにテーブル50を駆動させ、被加工物51を所定の位置に位置決めする。被加工物51が所定の位置に位置決めされればレーザ光41がミラー42で反射して集光レンズ43を介して集束されて被加工物51へ達する。被加工物51に達したレーザ光41は被加工物51を貫通するため、この状態でレーザ光41の位置は変えずにテーブル50を動かすことにより被加工物51が切断される。被加工物51の切断が終了したことが高倍率カメラ37または低倍率カメラ39で確認されればレーザ光41の出力がゼロとなる。そして、被加工物51が別の位置に位置決めされ同じような手順を繰返すことにより被加工物51が切断される。

【0038】以上の一連の工程を経て被加工物51は所定の形状に切断される。次に、図1および図2で示すレーザ切断装置1でダイヤモンドの多結晶体からなる基板を切断してダイヤモンドヒートシンクを製造する際の具体的な工程について説明する。図3～図6は、ダイヤモンドヒートシンクの製造方法を示す工程図である。図7～図10は、ダイヤモンドヒートシンクの製造工程に従って示すダミー基板の平面図である。また、図11～図21はダイヤモンドヒートシンクの製造工程に従って示す基板の平面図である。また、図22は完成したダイヤモンドヒートシンクを示す斜視図である。

【0039】図3および図7を参照して、ダイヤモンド多結晶体からなる基板の切断を始める前に、まず、テーブル50上にダミー基板1001を固定する(ステップ100)。

50の回転中心点とダミー基板1001の中心点がほぼ一致するようにダミー基板1001は載置される。図7において、テーブル50の横方向がX軸方向である。また、図7において、テーブル50の縦方向がY軸方向である。この状態でダミー基板1001にレーザ光を照射する。レーザ光はYAGレーザであり、その強さはダミー基板1001の厚さによって異なる。レーザ光の強さの最大値は約10Wである。また、レーザ光の幅は1.5 $\mu$ m～80 $\mu$ mの範囲で調整が可能である。また、レーザ光の波長は1.06 $\mu$ mである。レーザ光がダミー基板1001を貫通した状態でレーザ光の位置は変えずにテーブル50をX軸方向に距離 $\pm 1$ mmだけ動かす。ここで、X軸方向に距離+1mmだけテーブル50を動かすというのは、テーブル50を図中の右方向に距離1mmだけ動かすことを意味する。また、X軸方向に距離-1mmだけテーブル50を動かすというのは、テーブル50を図中の左方向に距離1mmだけ動かすことを意味する。このようにして、ダミー基板1001上に長さ2mmの切断線1002を形成する。

【0040】図3および図8を参照して、ダミー基板1001に切断線1002を形成した後にさらに切断線1002の中心点にレーザ光を照射する。次に、レーザ光の位置は変えずにテーブル50をY軸方向に距離 $\pm 1$ mm動かす。ここで、Y軸方向に距離+1mmだけテーブル50を動かすというのは、図8中の上方向にテーブル50を距離1mmだけ動かすことを意味する。また、Y軸方向に距離-1mmだけテーブル50を動かすというのは、図8中の下方向にテーブル50を距離1mmだけ動かすことを意味する。これにより、切断線1002と直交する切断線1003がダミー基板1001に形成される。このようにして、ダミー基板1001上に十字が形成される(ステップ110)。切断線1003の長さは2mmである。切断線1002と切断線1003は直交する。また、切断線1002と切断線1003の交点をテーブル50上の座標の原点、すなわち $X-Y-\Theta$ 座標の原点とする。X軸は切断線1002と平行、Y軸は切断線1003と平行である。

【0041】図3および図9を参照して、ステップ110で形成した十字を図2中の高倍率カメラ37が撮影し、高倍率カメラ37から得られた画像をもとに $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13がダミー基板1001上に形成された十字の位置を $x-y-\theta$ 座標として認識する(ステップ120)。ここで、 $x-y-\theta$ 座標とは、高倍率カメラ37を介して $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13が位置を認識する際に用いる座標系である。十字の中心の座標は、 $(x, y) = (a_1, b_1)$ となる。また、切断線1002とx軸とがなす角度 $\alpha$ も高倍率カメラ37を介して $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13が測定する(ステップ130)。ここで、切断線1002とテーブルのX軸とは平行であるため、角度 $\alpha$ は

X軸とx軸とがなす角度となる。角度 $\alpha$ は約 $0.01^\circ$ である。また、十字の中心と $x-y-\theta$ 座標の中心との距離は1mm以下である。

【0042】図10の(A)を参照して、ダミー基板1001上の十字の中心を座標 $(a_1, b_1)$ として認識した後にテーブル50を $180^\circ$ 回転させる。これにより、ダミー基板1001は、図10の(A)中の一点鎖線で示す位置から実線で示す位置に移動する。回転後の十字の中心を、高倍率カメラ37を介して $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13が認識する。回転後の十字の中心の座標は $(x, y) = (a_2, b_2)$ として認識される。回転前の十字の中心の座標 $(a_1, b_1)$ と、回転後の十字の中心の座標 $(a_2, b_2)$ とを $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13が演算処理部14へ送る。これらのデータより、演算処理部14は以下に示す式に従ってテーブルの回転中心 $(a_0, b_0)$ を算出する(ステップ140)。

【0043】

【数1】

$$(a_0, b_0) = \frac{1}{2} (a_1 + a_2, b_1 + b_2)$$

【0044】ここで、 $(a_0, b_0)$ は、 $x-y-\theta$ 座標上での点である。次に、 $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13が認識した角度 $\alpha$ が演算処理部14に送られる。図10の(B)を参照して、演算処理部14は、計算により求めた回転中心 $(a_0, b_0)$ を $X-Y-\Theta$ 座標の原点として設定する。そのため、 $x-y-\theta$ 座標の原点を $X-Y-\Theta$ 座標 $(A_0, B_0)$ で表わすと、以下に示すようになる。

【0045】

【数2】

$$A_0 = a_0 \cos \alpha + b_0 \sin \alpha$$

$$B_0 = b_0 \cos \alpha - a_0 \sin \alpha$$

【0046】この式により、 $x-y-\theta$ 座標での回転中心 $(a_0, b_0)$ が $X-Y-\Theta$ 座標の原点となり、 $x-y-\theta$ 座標での原点 $(x, y) = (0, 0)$ が $X-Y-\Theta$ 座標で $(A_0, B_0)$ として表わされる(ステップ150)。

【0047】演算処理部14はステップ150で計算した座標 $(A_0, B_0)$ をもとに $x-y-\theta$ 座標を $X-Y-\Theta$ 座標に変換する校正式を以下のように作成する(ステップ160)。

【0048】

【数3】

$$X = A_0 + x \cos \alpha + y \sin \alpha$$

$$Y = B_0 + y \cos \alpha - x \sin \alpha$$

【0049】図3および図11を参照して、縦および横の寸法が10~40mmのダイヤモンド多結晶体からな

る基板610がテーブル50上に載置される(ステップ170)。基板610は接着剤でテーブル50に固定される。基板610上には柵目状に複数個の金属膜601~609が形成される。金属膜601~609は従来と同様に、メタルマスク法やリフトオフ法などにより形成される。金属膜の材質は限定されるものではないが、特に、ダイヤモンドと接合性の良い金属を用いることが好ましい。ここで、ダイヤモンドと接合性の良い金属として、チタン、クロム、タングステンまたはニッケルが挙げられる。また、図11では、金属膜は3行3列しか示されていないが、金属膜の行数、列数はこれに限定されるものではない。また、1つの金属膜601の一辺の長さは0.5~4mmである。金属膜間の幅は20~100 $\mu$ mである。金属膜601~609の厚さは3~5 $\mu$ mである。

【0050】図1中のカメラ系30を、低倍率カメラ39が作動するような状態とする。ステップ170でテーブル50上に載置された基板610が、モニタ31の中心に映し出されるようにテーブル50が位置決めされる。次にカメラ系30が、高倍率カメラ37が作動するように設定される。高倍率カメラ37の1視野37aに金属膜601のエッジが入るように演算処理部14が駆動制御部27に信号を渡し、駆動制御部がテーブル50を駆動する。これにより、高倍率カメラ37の視野に金属膜601のエッジ $L_1 \sim L_4$ が映る。 $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13が高倍率カメラ37を介して金属膜601のエッジ $L_1 \sim L_4$ の座標を $x-y-\theta$ 座標で認識する。ここで、図11では、金属膜601のエッジは4点しか認識されていないが、この数は限られるものではなく、1つの視野内において100点以上のエッジを認識することが好ましい。 $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13はエッジ $L_1 \sim L_4$ の $x-y-\theta$ 座標を演算処理部14へ送る。 $X-Y-\Theta$ 座標数値データ処理部25が $X-Y-\Theta$ 座標のX軸、Y軸に関するデータを演算処理部14へ送る。演算処理部14は、これらのデータと(数3)で示す校正式に従ってこのエッジ $L_1 \sim L_4$ の座標を $X-Y-\Theta$ 座標に変換する。演算処理部14は、 $X-Y-\Theta$ 座標に変換されたエッジ $L_1 \sim L_4$ の座標を、最小自乗法を用いて直線で回帰する。この直線の式は $A_0 X + B_0 Y + C_0 = 0$ となる(ステップ180)。

【0051】演算処理部14はステップ180で求めた直線 $A_0 X + B_0 Y + C_0 = 0$ とX軸とのなす角度 $\beta_0$ を算出する。次に、演算処理部14は駆動制御部27へテーブル50を角度 $-\beta_0$ だけ回転させるように信号を送る。この信号を受けた駆動制御部27はテーブル50を角度 $-\beta_0$ だけ回転させる(ステップ190)。

【0052】図4および図12を参照して、図中の下方向へテーブル50を動かすように演算処理部14が駆動制御部27へ信号を送る。駆動制御部27はこの信号を

受取りテーブル50を図中の下方向へ移動させる。これにより高倍率カメラ37の1視野37aに金属膜601のエッジと、金属膜604のエッジとが映る。 $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13が金属膜601のエッジ $M_1 \sim M_4$ と、金属膜604のエッジ $M_5 \sim M_8$ の位置を $x-y-\theta$ 座標で認識する(ステップ200)。

【0053】 $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13は、 $x-y-\theta$ 座標で認識したエッジ $M_1 \sim M_8$ の座標を演算処理部14へ送る。 $X-Y-\Theta$ 座標数値データ処理部25が $X-Y-\Theta$ 座標のX軸、Y軸に関するデータを演算処理部14へ送る。演算処理部14はこれらのデータと(数3)で示す式からエッジ $M_1 \sim M_8$ の座標を $X-Y-\Theta$ 座標に変換する。演算処理部14は $M_1 M_5$ 間、 $M_2 M_6$ 間、 $M_3 M_7$ 間、 $M_4 M_8$ 間の距離を計算する。これら4つの距離を平均して金属膜601と金属膜604との間の幅 $W_1$ とする(ステップ210)。

【0054】図4および図13を参照して、図中の上方向にテーブル50を移動させるように演算処理部14が駆動制御部27へ信号を送る。駆動制御部27はこの信号を受取りテーブル50を図中の上方向へ動かす。これにより、高倍率カメラ37の1視野37aに金属膜601のエッジが映る。 $X-Y-\Theta$ 座標数値データ処理部25は、テーブル50の移動量を $X-Y-\Theta$ 座標で認識する。 $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13が金属膜601のエッジ $N_1 \sim N_3$ を $x-y-\theta$ 座標で認識する。

【0055】次に、テーブル50を図中の左方向へ動かすように演算処理部14が駆動制御部27へ信号を送る。駆動制御部27は、この信号を受取りテーブル50を図中の左方向へ動かす。これにより、高倍率カメラ37の1視野37aに金属膜602のエッジが映る。 $X-Y-\Theta$ 座標数値データ処理部25は、テーブル50の移動量を $X-Y-\Theta$ 座標で認識する。 $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13が金属膜602のエッジ $N_4 \sim N_6$ の位置を $x-y-\theta$ 座標で認識する。

【0056】次に、テーブル50を図中の左方向へ動かすように演算処理部14が駆動制御部27に信号を送る。駆動制御部27はこの信号を受取りテーブル50を図中の左方向へ動かす。これにより、高倍率カメラ37の1視野37a内に金属膜603のエッジが映る。 $X-Y-\Theta$ 座標数値データ処理部25は、テーブル50の移動量を $X-Y-\Theta$ 座標で認識する。 $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13は金属膜603のエッジ $N_7 \sim N_9$ の位置を $x-y-\theta$ 座標として認識する。

【0057】 $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13は $x-y-\theta$ 座標で認識したエッジ $N_1 \sim N_9$ の位置に関するデータを演算処理部14へ送る。 $X-Y-\Theta$ 座標数値データ処理部25は、テーブル50の移動量に関するデータを演算処理部14へ渡す。演算処理部14はエッジ $N_1 \sim N_9$ の座標を、これらのデータと(数3)で示す式を用いて $X-Y-\Theta$ 座標に変換する。演算処理部14

は $X-Y-\Theta$ 座標で表わされるエッジ $N_1 \sim N_9$ の座標を最小自乗法を用いて直線611で回帰する。この直線611の式は $A_1 X + B_1 Y + C_1 = 0$ となる(ステップ220)。

【0058】演算処理部14はステップ220で求めた直線611( $A_1 X + B_1 Y + C_1 = 0$ )とX軸とがなす角度 $\beta_1$ を計算する。演算処理部14はテーブル50を角度 $-\beta_1$ だけ回転させるように駆動制御部27に信号を送る。駆動制御部27はこの信号を受取りテーブル50を角度 $-\beta_1$ だけ回転させる(ステップ230)。

【0059】図4および図14を参照して、原点を中心として直線611( $A_1 X + B_1 Y + C_1 = 0$ )を角度 $-\beta_1$ だけ回転させた直線(回転後直線)の式を演算処理部14が求める。回転後直線はX軸と平行である。演算処理部14は回転後直線から距離 $1/2W_1$ だけ離れた位置を通り回転後直線と平行な直線、すなわち切断線を求める。切断線はX軸と平行である。演算処理部14は、レーザ光41が切断線の右端部に照射されるようにテーブル50を位置決めするために駆動制御部27に信号を送る。駆動制御部27はこの信号を受取りテーブル50を位置決めする。 $X-Y-\Theta$ 座標数値データ処理部25は、テーブル50の移動量を $X-Y-\Theta$ 座標で認識する。

【0060】図4および図15を参照して、レーザ光41を切断線の右端部に照射しレーザ光41が基板610を貫通するようにする。この状態でレーザ光41の位置は変えずにテーブル50を図中右方向へ動かす。これにより基板610の第1行が切断される(ステップ240)。切断面と金属膜601～603の距離は、5～100 $\mu m$ である。

【0061】図6および図16を参照して、金属膜601のエッジ $P_1 \sim P_3$ と金属膜604のエッジ $P_4 \sim P_6$ が高倍率カメラ37の1視野37aに映るように演算処理部14が駆動制御部27を動かすように信号を送る。この信号を受けた駆動制御部27がテーブル50を動かす。これにより、高倍率カメラ37の1視野37aに金属膜601、604のエッジ $P_1 \sim P_6$ が映る。 $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13が金属膜601のエッジ $P_1 \sim P_3$ の位置と、金属膜604のエッジ $P_4 \sim P_6$ の位置を $x-y-\theta$ 座標で認識する(ステップ251)。 $X-Y-\Theta$ 座標数値データ処理部25は、テーブル50の移動量を $X-Y-\Theta$ 座標で認識する。

【0062】次に、テーブル50を図中の左方向へ動かすように演算処理部14が駆動制御部27に信号を送る。駆動制御部27はこの信号を受けてテーブル50を図中の左方向へ動かす。これにより、高倍率カメラ37の1視野37aに金属膜602、605のエッジが映る。金属膜602のエッジ $P_7 \sim P_9$ の位置と、金属膜605のエッジ $P_{10} \sim P_{12}$ の位置を $x-y-\theta$ 座標数値データ処理部13が $x-y-\theta$ 座標で認識する(ステップ25



2)。X-Y- $\theta$ 座標数値データ処理部25は、テーブル50の移動量をX-Y- $\theta$ 座標で認識する。

【0063】テーブル50を図中の左方向へ動かすように演算処理部14が駆動制御部27へ信号を送る。駆動制御部27はこの信号を受けてテーブル50を図中の左方向へ動かす。これにより、高倍率カメラ37の1視野37aに金属膜603、606のエッジが映る。金属膜603のエッジ $P_{13} \sim P_{15}$ の位置と、金属膜606のエッジ $P_{16} \sim P_{18}$ の位置をx-y- $\theta$ 座標数値データ処理部13がx-y- $\theta$ 座標として認識する(ステップ253)。X-Y- $\theta$ 座標数値データ処理部25は、テーブル50の移動量をX-Y- $\theta$ 座標で認識する。ステップ251~253が、ステップ250を構成する。

【0064】図4を参照して、x-y- $\theta$ 座標数値データ処理部13がステップ250で求めたエッジ $P_1$ と $P_4$ との中点 $Q_1$ 、 $P_2$ と $P_5$ との中点 $Q_2 \dots P_{16}$ と $P_{18}$ との中点 $Q_9$ の位置を計算により求める(ステップ260)。

【0065】ここで、中点を計算する方法として、2つのエッジの座標を足し合わせ、これを2で割る方法が挙げられる。中点 $Q_1 \sim Q_9$ はx-y- $\theta$ 座標で表わされる。

【0066】x-y- $\theta$ 座標数値データ処理部13が中点 $Q_1 \sim Q_9$ に関するデータを演算処理部14へ渡す。X-Y- $\theta$ 座標数値データ処理部25は、テーブル50の移動量に関するデータを演算処理部14へ渡す。演算処理部14は、これらのデータと(数3)で示す式を用いて中点 $Q_1 \sim Q_9$ の座標をX-Y- $\theta$ 座標に変換する(ステップ270)。

【0067】図5および図17を参照して、演算処理部14は、X-Y- $\theta$ 座標で表わされた中点 $Q_1 \sim Q_9$ を、最小自乗法を用いて直線で回帰する。これにより、切断線612を演算処理部14が求める。切断線612は $A_2 X + B_2 Y + C_2 = 0$ で表わされる(ステップ280)。

【0068】演算処理部14はステップ280で求めた切断線612( $A_2 X + B_2 Y + C_2 = 0$ )と、X軸とのなす角度 $\beta_2$ を計算により求める(ステップ290)。

【0069】演算処理部14はテーブル50を角度 $-\beta_2$ 回転させるように駆動制御部27に信号を送る。駆動制御部27は、この信号を受取りテーブル50を角度 $-\beta_2$ だけ回転させる(ステップ300)。回転後の切断線612はX軸と平行である。

【0070】演算処理部14は回転後の切断線612の右端部にレーザ光41が照射されるようにテーブル50を位置決めするように駆動制御部27に信号を与える。駆動制御部27はこの信号を受取り切断線612の右端部にレーザ光41が照射される位置にテーブル50を位置決めする。X-Y- $\theta$ 座標数値データ処理部25は、

テーブル50の移動量をX-Y- $\theta$ 座標で認識する。レーザ光41を回転後の切断線612の右端部に照射してレーザ光41が基板610を貫通するようにする。この状態でレーザ光41の位置は変えずに演算処理部14はテーブル50を図中の右方向へ動かすように駆動制御部27へ信号を与える。駆動制御部27は、この信号を受取りテーブル50を図中の右方向へ動かす。これにより、基板610の第2行が切断される(ステップ310)。

【0071】図5および図18を参照して、基板610の第3行~第n行について、ステップ250~ステップ310を実行する(ステップ320)。これにより、基板610の第3行~第n行が切断される。金属膜607のエッジが高倍率カメラ37の1視野37aに入るようにテーブル50を位置決めするために演算処理部14が駆動制御部27に信号を送る。駆動制御部27は、この信号を受取り金属膜607のエッジが高倍率カメラ37の1視野37aに入るようにテーブル50を位置決めする。X-Y- $\theta$ 座標数値データ処理部25は、テーブル50の移動量をX-Y- $\theta$ 座標で認識する。金属膜607のエッジ $R_1 \sim R_3$ の位置をx-y- $\theta$ 座標数値データ処理部13がx-y- $\theta$ 座標として認識する。テーブル50を図18中の左方向へ動かすように演算処理部14が駆動制御部27に信号を与える。駆動制御部27はこの信号を受取ってテーブル50を図18中の左方向へ動かす。これにより、高倍率カメラ37の1視野37aに金属膜608のエッジが映る。X-Y- $\theta$ 座標数値データ処理部25は、テーブル50の移動量をX-Y- $\theta$ 座標で認識する。x-y- $\theta$ 座標数値データ処理部13が金属膜607のエッジ $R_1 \sim R_3$ の位置をx-y- $\theta$ 座標で認識する。演算処理部14はテーブル50を図中の左方向へ動かすように駆動制御部27に信号を送る。駆動制御部27はこの信号を受取りテーブル50を図中の左方向へ動かす。これにより、高倍率カメラ37の1視野37a内に金属膜608のエッジが映る。X-Y- $\theta$ 座標数値データ処理部25は、テーブル50の移動量をX-Y- $\theta$ 座標で認識する。エッジ $R_4 \sim R_6$ の位置をx-y- $\theta$ 座標数値データ処理部13がx-y- $\theta$ 座標として認識する。演算処理部14は、テーブル50を図中の左方向へ動かすように駆動制御部27に信号を送る。駆動制御部27はこの信号を受取りテーブル50を図18中の左方向へ動かす。これにより、高倍率カメラ37の1視野37a内に金属膜609のエッジが映る。X-Y- $\theta$ 座標数値データ処理部25は、テーブル50の移動量をX-Y- $\theta$ 座標で認識する。x-y- $\theta$ 座標数値データ処理部13が金属膜609のエッジ $R_7 \sim R_9$ の位置をx-y- $\theta$ 座標として認識する。

【0072】x-y- $\theta$ 座標数値データ処理部13はx-y- $\theta$ 座標で表わされた $R_1 \sim R_9$ の座標データを演算処理部14へ渡す。また、X-Y- $\theta$ 座標数値データ

処理部25はテーブル50の移動量に関するデータを演算処理部14へ渡す。これらのデータをもとに演算処理部14は(数3)で示す式を用いてエッジ $R_1 \sim R_9$ の座標を $X-Y-\theta$ 座標に変換する。 $X-Y-\theta$ 座標に変換された $R_1 \sim R_9$ の座標を最小自乗法を用いて直線で回帰することにより直線613( $A_3X+B_3Y+C_3=0$ )を演算処理部14が計算する(ステップ330)。

【0073】ステップ330で求めた直線613( $A_3X+B_3Y+C_3=0$ )とX軸とのなす角度 $\beta_3$ を演算処理部14が求める。テーブル50を角度 $-\beta_3$ だけ回転させるように演算処理部14が駆動制御部27へ信号を送る。この信号を受取り、駆動制御部27はテーブル50を角度 $-\beta_3$ だけテーブル50を回転させる(ステップ340)。回転後の直線613はX軸と平行である。

【0074】図5および図19を参照して、回転後の直線613から距離 $1/2W_1$ だけ離れた位置に演算処理部14が切断線を設定する。切断線はX軸と平行である。 $W_1$ はステップ210で求めた $W_1$ と同一の値である。この切断線の右端部にレーザ光41が照射されるようにテーブル50を位置決めするように演算処理部14が駆動制御部27へ信号を送る。駆動制御部27は切断線の右端部にレーザ光41が照射されるようにテーブル50を位置決めする。レーザ光41が切断線の右端部に照射され、レーザ光41が基板610を貫通する。この状態でレーザ光41の位置は変えずに演算処理部14はテーブル50を図19中の右方向へ移動させるように駆動制御部27へ信号を送る。駆動制御部27はこの信号を受取りテーブル50を図中の右方向へ移動させる。これにより、基板610の第 $n+1$ 行が切断される(ステップ350)。

【0075】図5および図20を参照して、テーブル50を $90^\circ$ 回転させるように演算処理部14が駆動制御部27に信号を与える。駆動制御部27はこの信号を受取りテーブル50を $90^\circ$ 回転させる。これにより、図20で示すように、基板610の第1列～第 $n+1$ 列が切断され、基板610の第1行～第 $n+1$ 行が切断されていない状態となる(ステップ360)。

【0076】図5および図21を参照して、基板610の第1行～第 $n+1$ 行についてステップ180～ステップ350を実行する。これにより、基板610のすべての行および列が切断される(ステップ370)。

【0077】図22を参照して、ダイヤモンドヒートシンク650が完成する。これらのステップ100～370により、ダイヤモンドヒートシンクが製造される。

【0078】以上で説明された本発明のレーザ切断装置によって得られる利点は以下のとおりである。

【0079】■ ステップ100～ステップ150で得たデータをもとにステップ160でカメラ上の座標であ

る $x-y-\theta$ 座標をテーブル上の座標である $X-Y-\theta$ 座標に変換する校正式を作成している。そのため、すべてのデータを $X-Y-\theta$ 座標に変換することができる。したがって、 $X-Y-\theta$ 座標に基づいて切断線を計算すれば、精度よく切断線が求まる。

【0080】■ カメラ光軸とレーザ光の光軸が同軸でないと、カメラ座標系を包含する平面(文中の $x-y-\theta$ 座標を包含する平面)とステージ座標系を包含する平面(文中の $X-Y-\theta$ 座標を包含する平面)とは平行とならず、座標変換は3次元の変換となる。

【0081】カメラ光軸とレーザ光の光軸(ステージと垂直になるように調整されている)を同軸にすることで、カメラ座標系ならびにステージ座標系の両平面を平行にすることができ、双方の座標変換は2次元の変換となる。ゆえに計算量を少なくでき、機器にかかるコストの低減に寄与することとなる。

【0082】■ 第1列と第 $n+1$ 列の切断線はエッジから距離 $1/2W_1$ だけ離れた位置に設定される。そのため、この切断線に沿って基板を切断すれば切断面と金属膜の側面の距離を一定に保つことができる。したがって、ダイヤモンドヒートシンクの製造歩留りを向上させることができる。また、基板の第2行～第 $n$ 行については、エッジの midpoint から切断線を求め、この切断線に基づいて基板を切断する。そのため、切断面と金属膜の側面の距離を一定に保つことができる。したがって、ダイヤモンドヒートシンクの製造歩留りを上げることができる。

【0083】■ ステップ240、ステップ310、ステップ350から明らかなように、テーブルをX軸方向にのみ移動させることにより基板を切断する。ここで、テーブルをXおよびY軸方向に移動させて基板を切断した場合に比べて、テーブルをX軸方向にだけ移動させて基板を切断した場合には、精度よく基板を切断することができる。そのため、この発明では、切断線どおりに基板を切断することができ、ダイヤモンドヒートシンクの製造歩留りを上げることができる。

【0084】■ ステップ180～ステップ350で基板のすべての行を切断した後にステップ360でテーブルを $90^\circ$ 回転させた後にさらにステップ180～ステップ350を繰返している(ステップ370)。そのため、プログラム量を小さくすることができる。

【0085】■ 一連の工程において、人間が目視で座標等を認識するという工程がない。そのため、人間が介入することにより生ずる誤差が発生しない。

【0086】この発明の実施の形態について説明したが、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。そのため、ここで示した実施の形態は、さまざまに変形が可能である。たとえば、各工程において、この実施の形態では、金属膜のエッジは数点しか認識しなかったが、

金属膜のエッジは100点以上認識することが好ましい。また、金属膜の材質やレーザの出力も必要に応じて種々変形することができる。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲で均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図されるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のレーザ切断装置を示す模式図である。

【図2】被加工物を切断する際のデータの流れを説明するために示すレーザ切断装置のブロック図である。

【図3】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法を示す工程図である。

【図4】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法を示す工程図である。

【図5】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法を示す工程図である。

【図6】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法を示す工程図である。

【図7】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第1工程を説明するために示すダミー基板の平面図である。

【図8】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第2工程を説明するために示すダミー基板の平面図である。

【図9】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第3工程を説明するために示すダミー基板の平面図である。

【図10】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第4工程を説明するために示すダミー基板の平面図である。

【図11】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第5工程を説明するために示す基板の平面図である。

【図12】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第6工程を説明するために示す基板の平面図である。

【図13】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第7工程を説明するために示す基板の平面図である。

【図14】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第8工程を説明するために示す基板の平面図である。

【図15】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第9

工程を説明するために示す基板の平面図である。

【図16】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第10工程を説明するために示す基板の平面図である。

【図17】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第11工程を説明するために示す基板の平面図である。

【図18】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第12工程を説明するために示す基板の平面図である。

【図19】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第13工程を説明するために示す基板の平面図である。

【図20】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第14工程を説明するために示す基板の平面図である。

【図21】ダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第15工程を説明するために示す基板の平面図である。

【図22】完成したダイヤモンドヒートシンクを示す斜視図である。

【図23】従来のダイヤモンドヒートシンクの製造方法を示す工程図である。

【図24】従来のダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第1工程を示す斜視図である。

【図25】従来のダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第2工程を示す斜視図である。

【図26】従来のダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第3工程を示す斜視図である。

【図27】従来のダイヤモンドヒートシンクの製造方法の第4工程を示す斜視図である。

【符号の説明】

1 レーザ切断装置

13 x-y-θ座標数値データ処理部

14 演算処理部

25 X-Y-θ座標数値データ処理部

27 駆動制御部

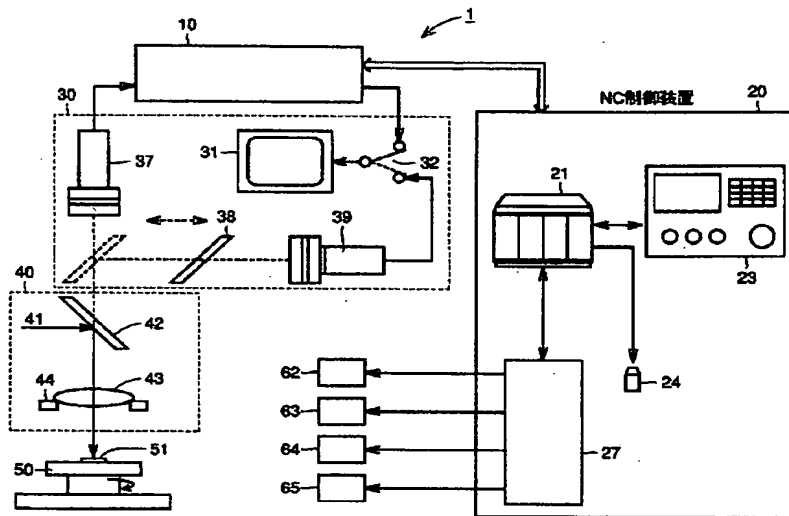
41 レーザ光

50 テーブル

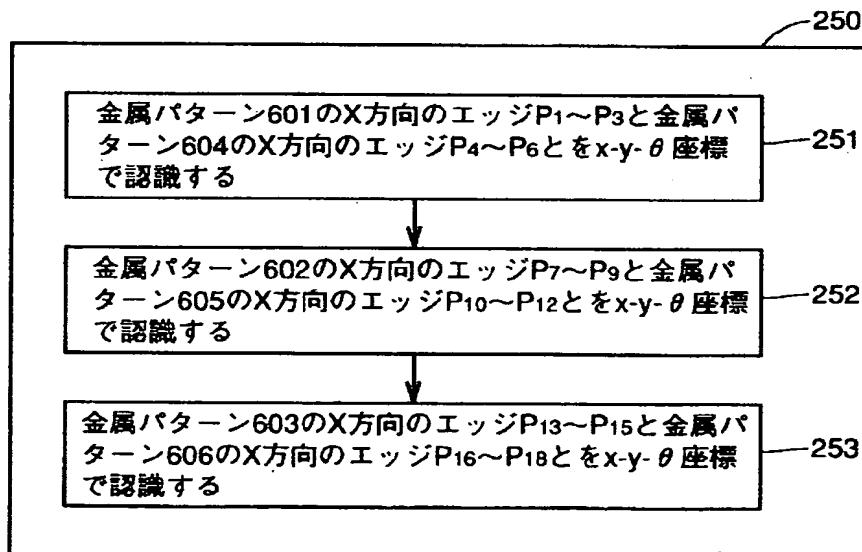
601~609 金属膜

610 ダイヤモンド基板

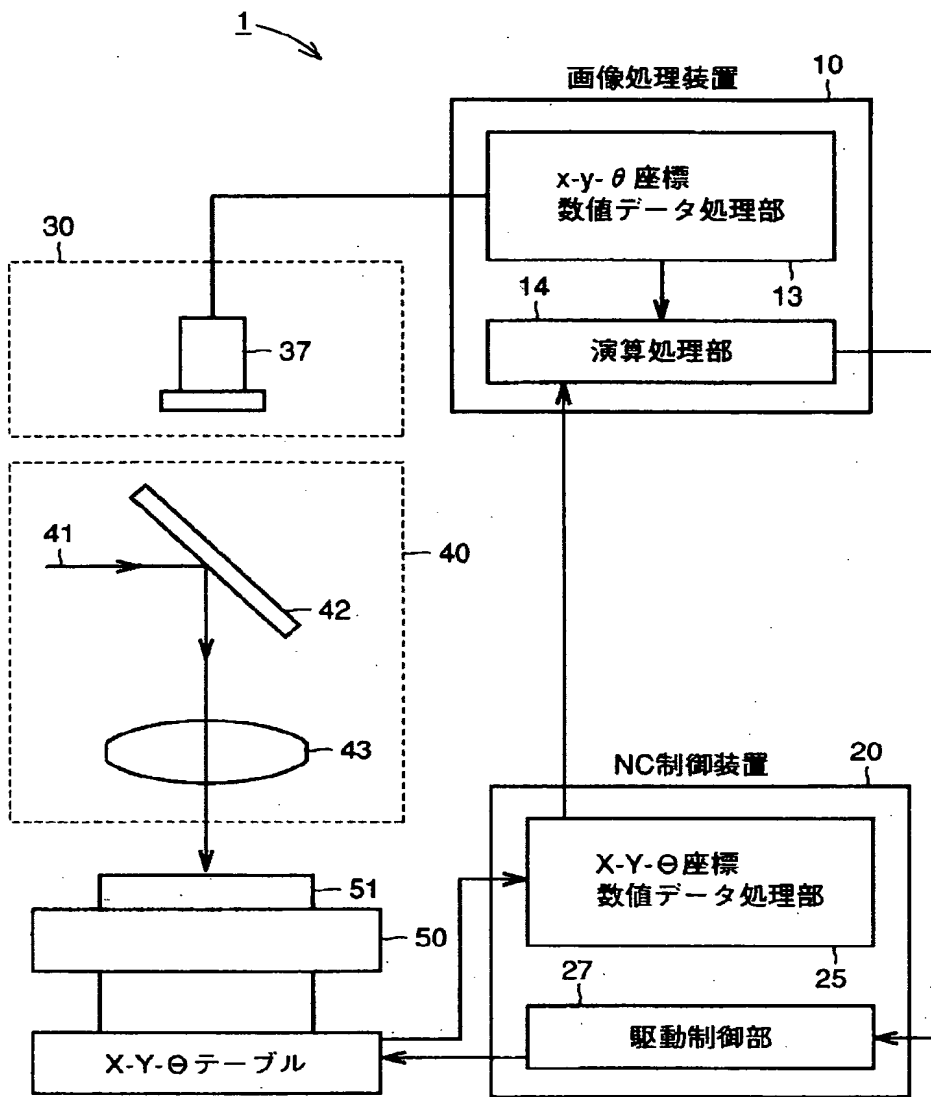
【図1】



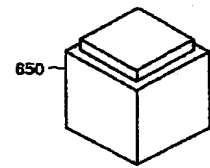
【図6】



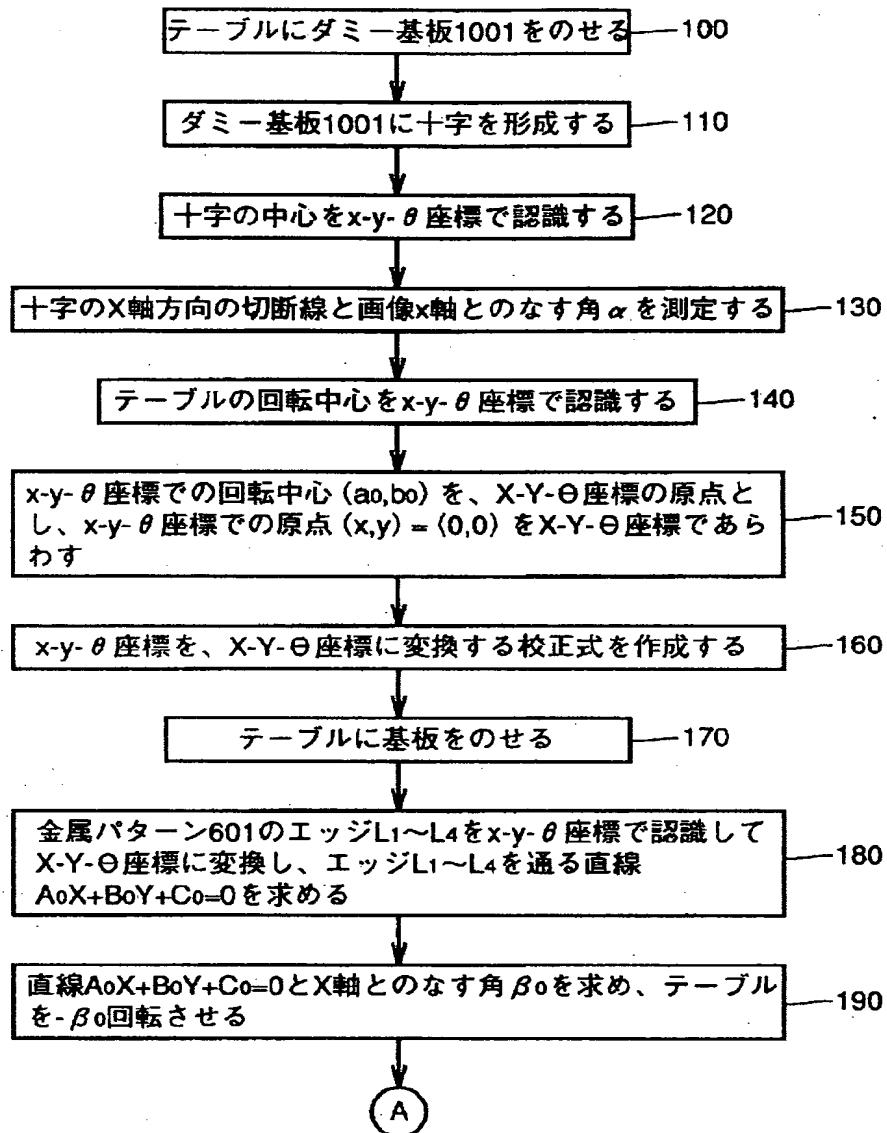
【図2】



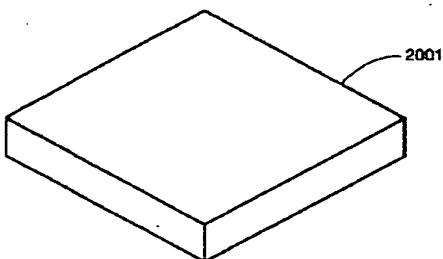
【図22】



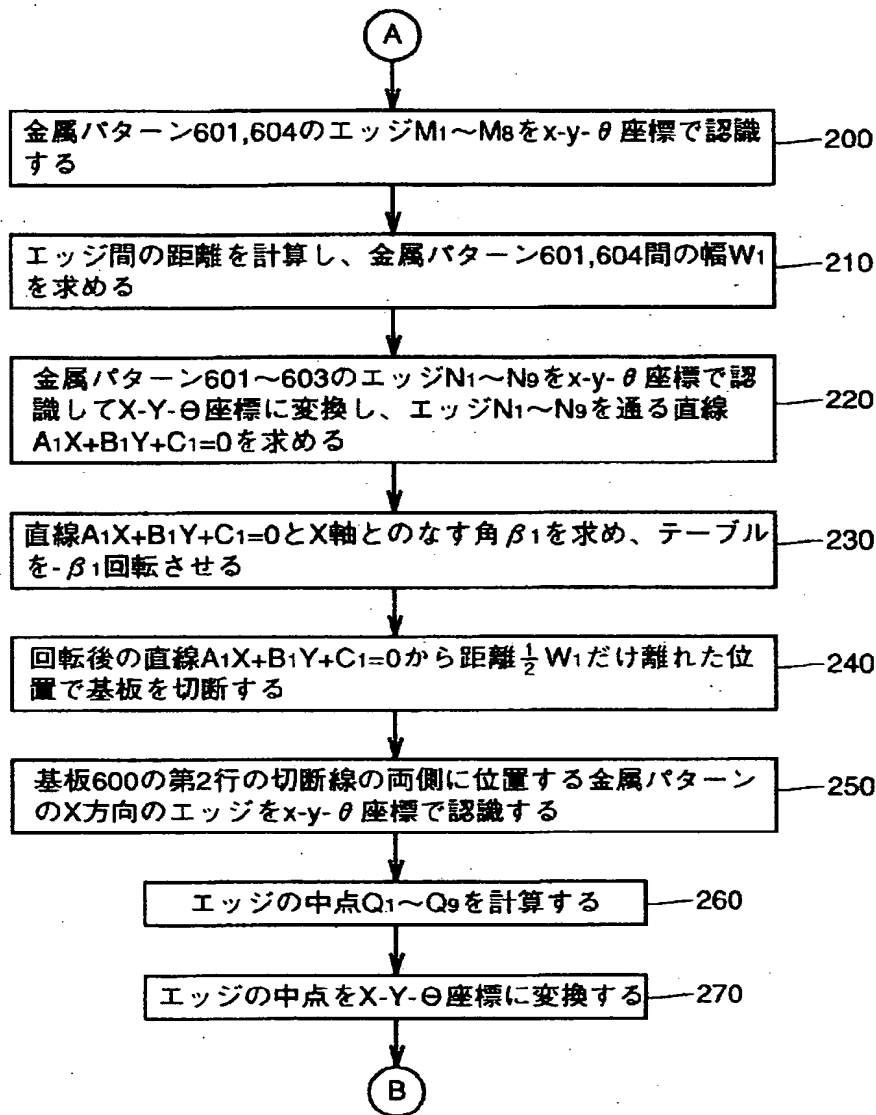
【図3】



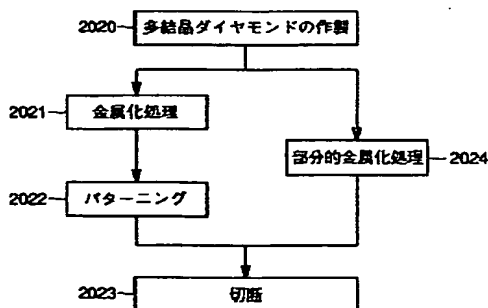
【図24】



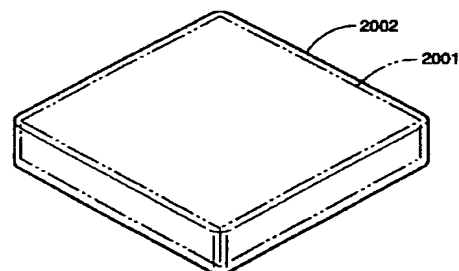
【図4】



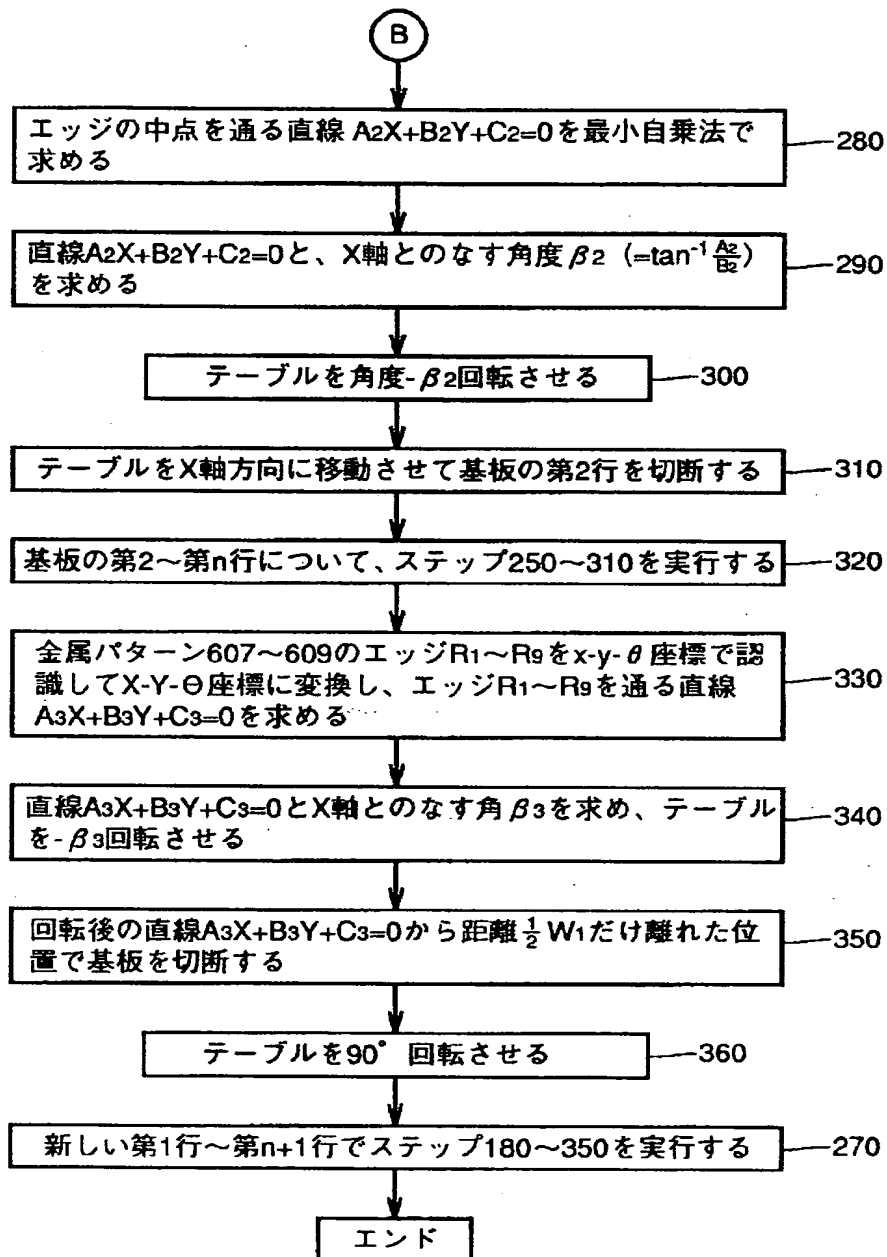
【図23】



【図25】

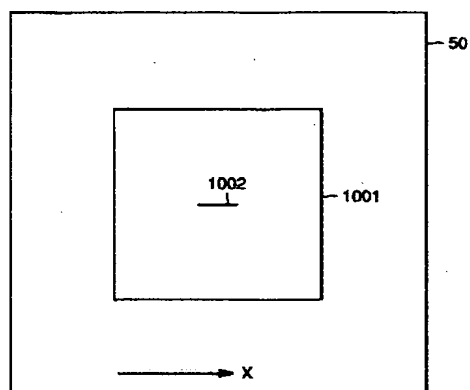


【図5】

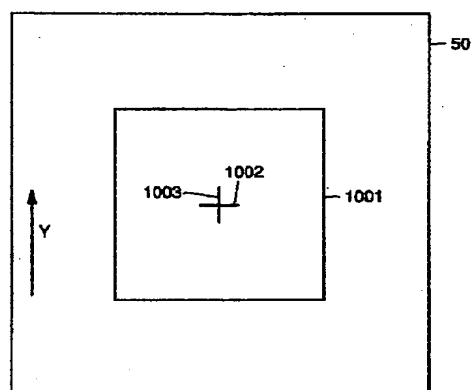




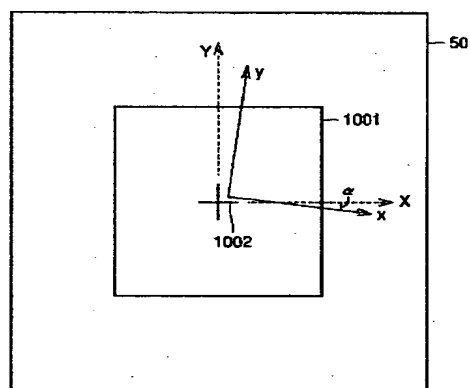
【図7】



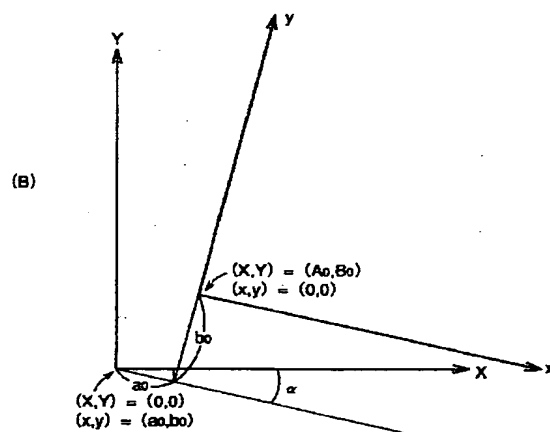
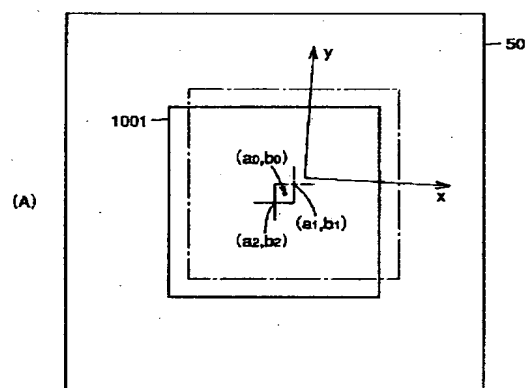
【図8】



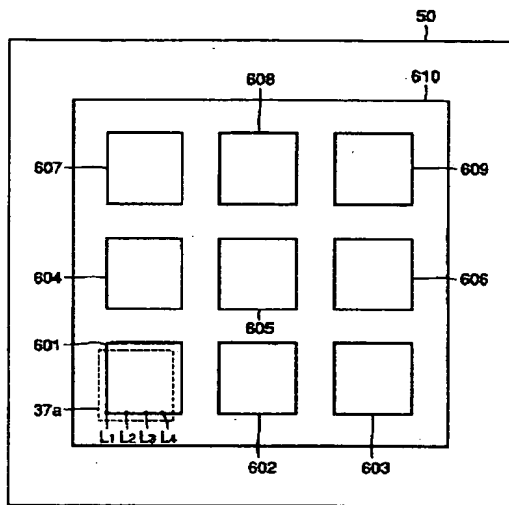
【図9】



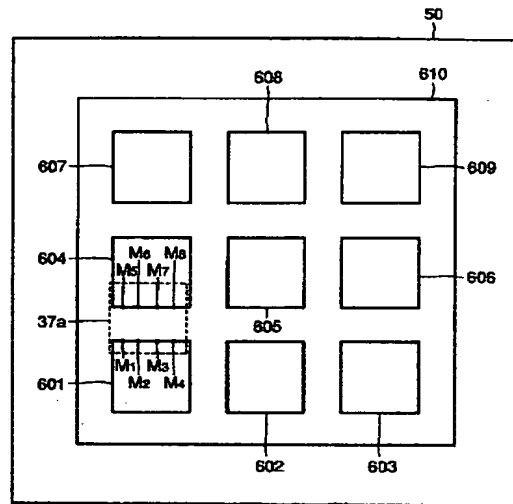
【図10】



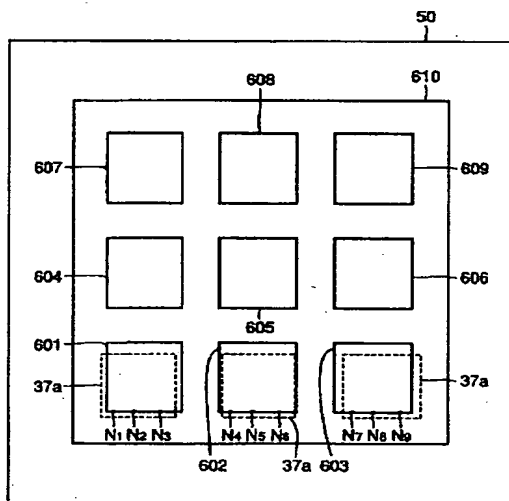
【図11】



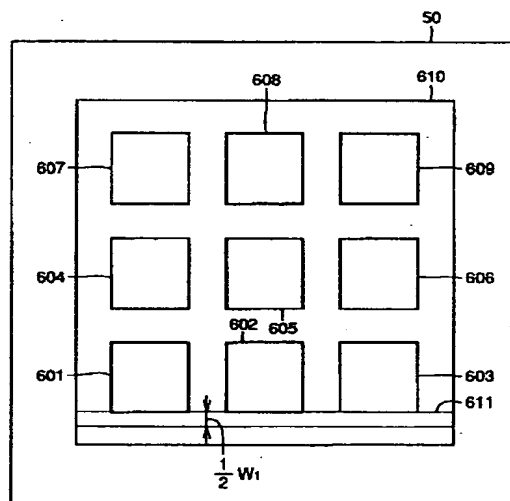
【図12】



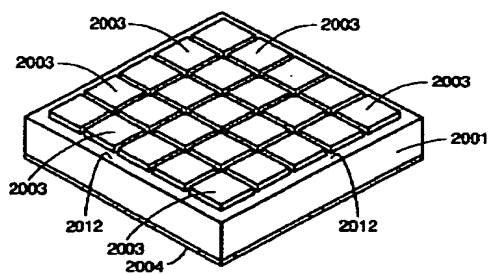
【図13】



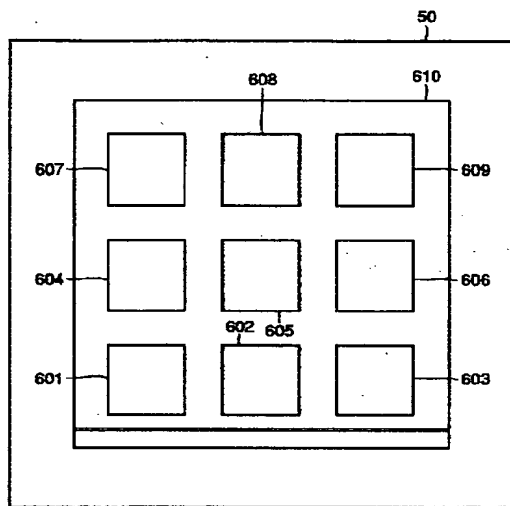
【図14】



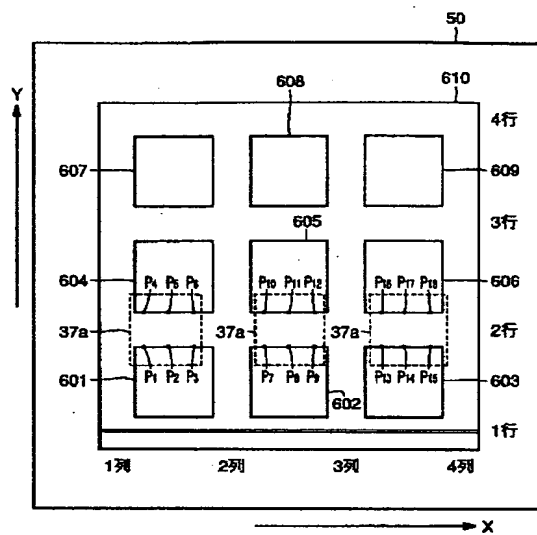
【図26】



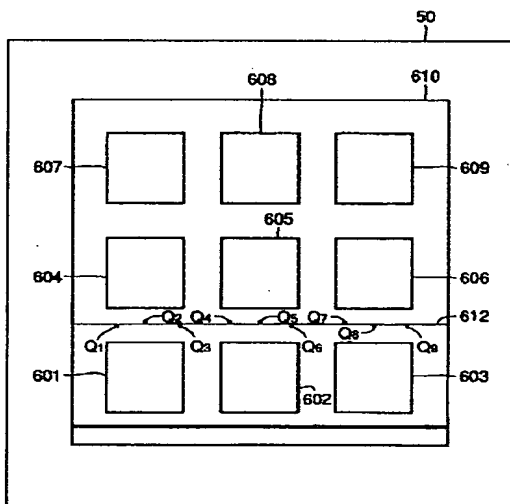
【図15】



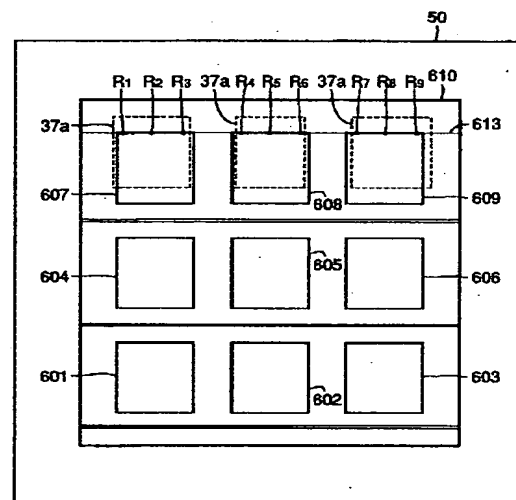
【図16】



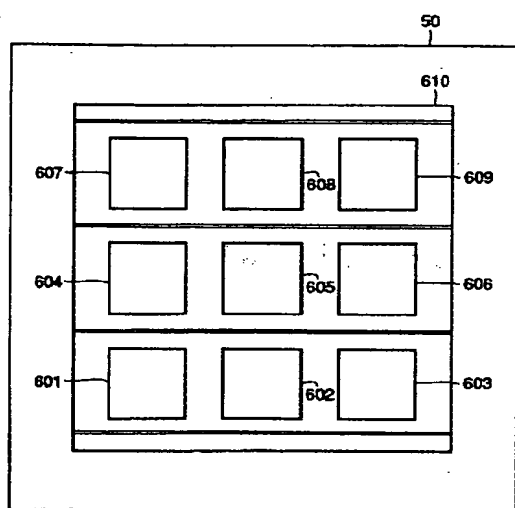
【図17】



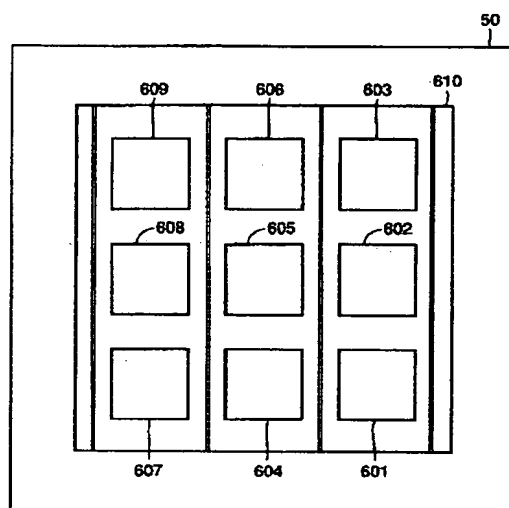
【図18】



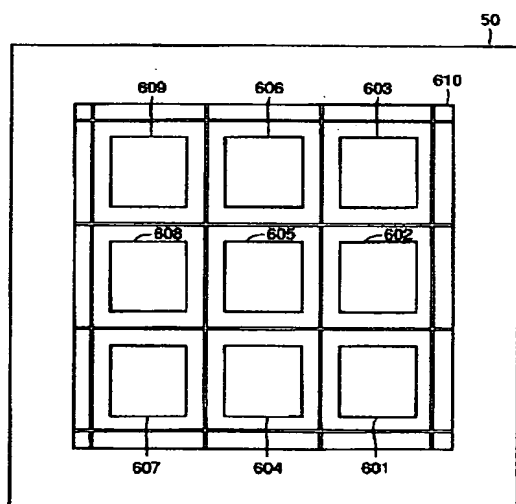
【図19】



【図20】



【図21】



【図27】

